

09 / 7 - 0185  
PCT/JP 99/02398

日 本 国 特 許 庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

EU  
24.05.99

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1998年 5月13日

出 願 番 号

Application Number:

平成10年特許願第130421号

出 願 人

Applicant (s):

ダイキン工業株式会社

REC'D 09 JUL 1999

WIPO PCT

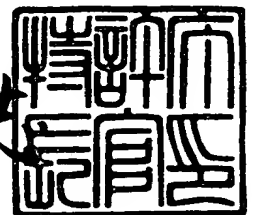
PRIORITY  
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

1999年 6月17日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

平佐山 建志



出証番号 出証特平11-3041094

【書類名】 特許願

【整理番号】 10C8JP

【提出日】 平成10年 5月13日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01M 8/02

【発明の名称】 燃料電池に使用するのに適した固体高分子電解質用材料

【請求項の数】 29

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府摂津市西一津屋1番1号 ダイキン工業株式会社  
淀川製作所内

    【氏名】 荒木 孝之

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府摂津市西一津屋1番1号 ダイキン工業株式会社  
淀川製作所内

    【氏名】 岡 憲俊

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府摂津市西一津屋1番1号 ダイキン工業株式会社  
淀川製作所内

    【氏名】 田中 義人

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府摂津市西一津屋1番1号 ダイキン工業株式会社  
淀川製作所内

    【氏名】 中村 隆之

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府摂津市西一津屋1番1号 ダイキン工業株式会社  
淀川製作所内

    【氏名】 清水 哲男

【特許出願人】

    【識別番号】 000002853

【住所又は居所】 大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号 梅田センタービル

【氏名又は名称】 ダイキン工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100065215

【弁理士】

【氏名又は名称】 三枝 英二

【電話番号】 06-203-0941

【選任した代理人】

【識別番号】 100076510

【弁理士】

【氏名又は名称】 掛樋 悠路

【選任した代理人】

【識別番号】 100086427

【弁理士】

【氏名又は名称】 小原 健志

【選任した代理人】

【識別番号】 100090066

【弁理士】

【氏名又は名称】 中川 博司

【選任した代理人】

【識別番号】 100094101

【弁理士】

【氏名又は名称】 館 泰光

【選任した代理人】

【識別番号】 100099988

【弁理士】

【氏名又は名称】 斎藤 健治

【選任した代理人】

【識別番号】 100105821

【弁理士】

【氏名又は名称】 藤井 淳

【選任した代理人】

【識別番号】 100099911

【弁理士】

【氏名又は名称】 関 仁士

【選任した代理人】

【識別番号】 100108084

【弁理士】

【氏名又は名称】 中野 睦子

【選任した代理人】

【識別番号】 100109438

【弁理士】

【氏名又は名称】 大月 伸介

【選任した代理人】

【識別番号】 100109427

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴木 活人

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001616

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9706711

【ブルーフの要否】 要

【書類名】明細書

【発明の名称】燃料電池に使用するのに適した固体高分子電解質用材料

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 重合体を構成する単量体組成が異なった 2 種以上の含フッ素ポリマー鎖セグメントを有する含フッ素多元セグメント化ポリマーを含み、前記含フッ素ポリマー鎖セグメントの少なくとも 1 つがスルホン酸型官能基を有する固体高分子電解質用材料。

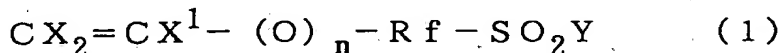
【請求項 2】 スルホン酸型官能基を有する前記含フッ素ポリマー鎖セグメント (A) と、スルホン酸型官能基を有さない含フッ素ポリマー鎖セグメント (B) を有する含フッ素多元セグメント化ポリマーを含み、前記含フッ素ポリマー鎖セグメント B の結晶融点またはガラス転移点が 100℃ 以上である請求項 1 に記載の固体高分子電解質用材料。

【請求項 3】 スルホン酸型官能基を有する前記含フッ素ポリマー鎖セグメント A が、

- (a) スルホン酸型官能基を有する含フッ素エチレン性単量体単位と；
- (b) 該 (a) 成分と共重合可能なスルホン酸型官能基を有さない少なくとも 1 種の含フッ素エチレン性単量体単位

を含む共重合体である請求項 1 または 2 に記載の固体高分子電解質用材料。

【請求項 4】 スルホン酸型官能基を有する前記含フッ素エチレン性単量体単位 (a) が、式 (1)

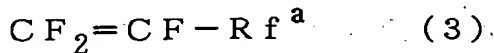


〔式中、X 及び X<sup>1</sup> は同じかまたは異なり、いずれも水素原子またはフッ素原子を示す。Y は、F、Cl または OY<sup>1</sup> (Y<sup>1</sup> は水素原子、アルカリ金属、炭素数 1～5 のアルキル基) を示す。Rf は炭素数 1～40 の 2 価の含フッ素アルキレン基または炭素数 1～40 のエーテル結合を有する 2 価の含フッ素アルキレン基を示す。n は 0 または 1 を示す。〕で表される請求項 3 に記載の固体高分子電解質用材料。

【請求項 5】 少なくとも 1 種のスルホン酸型官能基を有さない含フッ素エチレン性単量体単位 (b) がテトラフルオロエチレンである請求項 3 または 4 に記載の固

体高分子電解質用材料。

【請求項6】含フッ素ポリマー鎖セグメントBがテトラフルオロエチレン85～100モル%と、式(3)：



【式中、 $\text{Rf}^a$ は $\text{CF}_3$ または $\text{ORf}^b$  ( $\text{Rf}^b$ は炭素数1～5のパーフルオロアルキル基を示す。)】で表されるモノマー15～90モル%からなるポリマー鎖である請求項2～5のいずれかに記載の固体高分子電解質用材料。

【請求項7】前記含フッ素多元セグメント化ポリマーの当量数が、400～1600である請求項1～6のいずれかに記載の固体高分子電解質用材料。

【請求項8】スルホン酸型官能基を有する少なくとも2種の前記含フッ素ポリマー鎖セグメントC及びDを有する含フッ素多元セグメント化ポリマーを含み、含フッ素ポリマー鎖セグメントCの当量数が、含フッ素ポリマー鎖セグメントDの当量数よりも小さいことを特徴とする固体高分子電解質用材料。

【請求項9】前記含フッ素ポリマー鎖セグメントDの結晶融点またはガラス転移点が100℃以上である請求項8に記載の固体高分子電解質用材料。

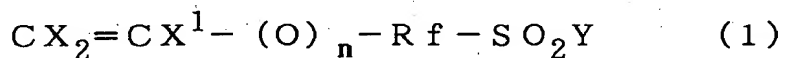
【請求項10】スルホン酸型官能基を有する前記含フッ素ポリマー鎖セグメントC及びDが、

(c)スルホン酸型官能基を有する前記含フッ素エチレン性単量体単位と

(d) 該(c)成分と共重合可能であり、且つ、スルホン酸型の官能基を有さない含フッ素エチレン性単量体のうち少なくとも1種の単量体単位

を含む共重合体である請求項8または9に記載の固体高分子電解質用材料。

【請求項11】スルホン酸型官能基を有する前記含フッ素エチレン性単量体(c)が、式(1)



【式中、X、 $\text{X}^1$ 、Y、n及びRfは前記に同じ。】で表される請求項10に記載の固体高分子電解質用材料。

【請求項12】含フッ素ポリマー鎖セグメントDの当量数が、1000以上である含フッ素多元セグメント化ポリマーである請求項8～11のいずれかに記載の固体高分子電解質用材料。

【請求項 13】 含フッ素多元セグメント化ポリマー全体の当量数が、400～1600である請求項 8～12 のいずれかに記載の固体高分子電解質用材料。

【請求項 14】 請求項 1～13 のいずれかに記載の含フッ素多元セグメント化ポリマーを含む固体高分子電解質膜。

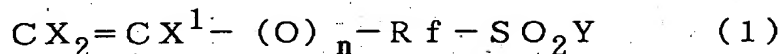
【請求項 15】 含フッ素多元セグメント化ポリマーに含まれるスルホン酸型官能基がプロトン化されたスルホン酸基 ( $\text{SO}_3\text{H}$ ) であって、 $110^\circ\text{C}$  以上の温度で弾性率が  $1 \times 10^8 \text{ dyn/cm}^2$  以上である請求項 14 に記載の固体高分子電解質膜。

【請求項 16】 含フッ素多元セグメント化ポリマー全体に対する当量数が、1600 以下である請求項 15 に記載の固体高分子電解質膜。

【請求項 17】 請求項 1～16 のいずれかに記載の固体高分子電解質用材料あるいは固体高分子電解質膜を用いてなる燃料電池。

【請求項 18】 スルホン酸型官能基を有する含フッ素ポリマー鎖セグメント  $A^1$  と、スルホン酸型官能基を有さない含フッ素ポリマー鎖セグメント  $B^1$  を含む含フッ素多元セグメント化ポリマーであって、スルホン酸型官能基を有する含フッ素ポリマー鎖セグメント  $A^1$  が、

(e) 式 (1)

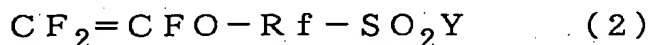


〔式中、X、 $X^1$ 、Y、n 及び Rf は前記に同じ。〕で表される少なくとも 1 種の構造単位を 1～50 モル%と、

(f) スルホン酸型官能基を含まない少なくとも 1 種のエチレン性単量体の構造単位を 99～50 モル%

を含む分子量 5000～750000 の共重合体であり、且つ、含フッ素ポリマー鎖セグメント  $B^1$  が少なくとも 1 種の含フッ素エチレン性単量体単位を含む分子量 3000～1200000 の含フッ素ポリマー鎖である含フッ素多元セグメント化ポリマー。

【請求項 19】 スルホン酸型官能基を有する含フッ素ポリマー鎖セグメント  $A^1$  において、構成するスルホン酸型官能基を有する含フッ素エチレン性単量体 (e) が、式 (2)

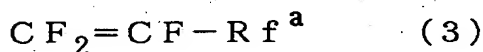


〔式中、Y及びRfは式(1)と同じ〕で表される請求項18に記載の含フッ素多元セグメント化ポリマー。

【請求項20】スルホン酸型官能基を有する含フッ素ポリマー鎖セグメントA<sup>1</sup>において、構成するスルホン酸型官能基を含まないエチレン性単量体(f)が、含フッ素エチレン性単量体を少なくとも1種含有することを特徴とする請求項18または19に記載の含フッ素多元セグメント化ポリマー。

【請求項21】スルホン酸型官能基を含まないエチレン性単量体(f)が、テトラフルオロエチレンである請求項30に記載の含フッ素多元セグメント化ポリマー。

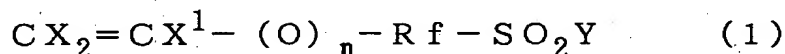
【請求項22】含フッ素ポリマー鎖セグメントB<sup>1</sup>がテトラフルオロエチレン85～100モル%と、式(3)：



〔式中、Rf<sup>a</sup>はCF<sub>3</sub>またはORf<sup>b</sup>(Rf<sup>b</sup>は炭素数1～5のパーフルオロアルキル基を示す。)〕で表されるモノマー15～0モル%からなるポリマー鎖である請求項18～21のいずれかに記載の含フッ素多元セグメント化ポリマー。

【請求項23】少なくとも2種のスルホン酸型官能基を有する含フッ素ポリマー鎖セグメントC<sup>1</sup>及びD<sup>1</sup>を含有する含フッ素多元セグメント化ポリマーであって、含フッ素ポリマー鎖セグメントC<sup>1</sup>が、

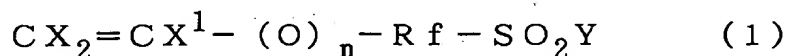
(g) 式(1)



〔式中、X、X<sup>1</sup>、Y、n及びRfは前記に同じ。〕のスルホン酸型官能基を有する少なくとも1種の含フッ素エチレン性単量体の構造単位を13～50モル%と、

(h) スルホン酸型官能基を含まない少なくとも1種のエチレン性単量体の構造単位を87～50モル%含む分子量5000～750000の共重合体であって、含フッ素ポリマー鎖セグメントD<sup>1</sup>が

(i) 式(1)





〔式中、X、X<sup>1</sup>、Y、n及びR<sub>f</sub>は前記に同じ。〕で表されるスルホン酸型官能基を有する少なくとも1種の含フッ素エチレン性単量体構造単位を0.1モル%以上、13モル%未満と、

(j) スルホン酸型官能基を含まない少なくとも1種のエチレン性単量体構造単位を87モル%を超えて99.9モル%まで含む分子量3000~1200000の含フッ素ポリマー鎖である含フッ素多元セグメント化ポリマー。

【請求項24】スルホン酸型官能基を有する含フッ素ポリマー鎖セグメントC<sup>1</sup>において、構成するスルホン酸型官能基を有する含フッ素エチレン性単量体(g)が式(2) 
$$\text{CF}_2=\text{CFO}-\text{R}_f-\text{SO}_2\text{Y} \quad (2)$$

〔式中、Y及びR<sub>f</sub>は式(1)と同じ〕で表される請求項23に記載の含フッ素多元セグメント化ポリマー。

【請求項25】スルホン酸型官能基を有する含フッ素ポリマー鎖セグメントC<sup>1</sup>において、構成するスルホン酸型官能基を含まないエチレン性単量体(h)が、含フッ素エチレン性単量体を少なくとも1種含有することを特徴とする請求項23または24に記載の含フッ素多元セグメント化ポリマー。

【請求項26】スルホン酸型官能基を有する含フッ素ポリマー鎖セグメントC<sup>1</sup>において、構成するスルホン酸型官能基を含まないエチレン性単量体(h)が、テトラフルオロエチレンである請求項25に記載の含フッ素多元セグメント化ポリマー。

【請求項27】スルホン酸型官能基を有する含フッ素ポリマー鎖セグメントD<sup>1</sup>において、構成するスルホン酸型官能基を有する含フッ素エチレン性単量体(i)が式(2) 
$$\text{CF}_2=\text{CFO}-\text{R}_f-\text{SO}_2\text{Y} \quad (2)$$

〔式中、Y及びR<sub>f</sub>は式(1)と同じ〕で表される請求項23~26のいずれかに記載の含フッ素多元セグメント化ポリマー。

【請求項28】スルホン酸型官能基を有する含フッ素ポリマー鎖セグメントD<sup>1</sup>において、構成するスルホン酸型官能基を含まないエチレン性単量体(j)が、含フッ素エチレン性単量体を少なくとも1種含有することを特徴とする請求項23~27のいずれかに記載の含フッ素多元セグメント化ポリマー。

【請求項 29】スルホン酸型官能基を有する含フッ素ポリマー鎖セグメント D<sup>1</sup>において、構成するスルホン酸型官能基を含まないエチレン性単量体(j)が、テトラフルオロエチレンである請求項 28 に記載の含フッ素多元セグメント化ポリマー。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、固体高分子電解質に適した含フッ素ポリマー材料に関し、それを用いた固体高分子電解質膜、さらにはこれらの材料を用いて構成された燃料電池に関するものである。

【0002】

【従来の技術及びその課題】

燃料電池は、電池に供給される燃料の酸化により化学的エネルギーを直接電気的エネルギーに変換する電気化学的装置である。燃料電池は、一般的には電解質に隣接し且つ接触している 2 個のガス拡散電極から成っている。燃料電池は、燃料を正電極に供給し且つ酸化体（オキシダント）を負電極に供給する手段を包含する。両電極間には固体または液体電解質が配置され、電解質は正および負の電極間にイオン種を輸送する。

【0003】

燃料電池には、電解質としてプロトン交換ポリマーフィルムを用いる型のものがある。この場合には、電解質はポリマーフィルムのポリマー主鎖に化学的に結合した複数の酸官能基である。これらのプロトン交換ポリマーフィルムは、例えばスルホン化ポリスチレンであってもよく、更に好ましくはデュボン社製のナフイオン(Nafion)イオン交換ポリマーフィルムのような実質的にフッ素化したスルホン酸ポリマーであってもよい。「固体高分子電解質」という用語は、しばしばこれらのイオン交換ポリマーフィルム構造体を記載するのに用いられる。

【0004】

プロトン交換ポリマーフィルム燃料電池は公知であり、例えば米国特許第 3 134697 号明細書に記載されている。初期の固体高分子電解質プロトン交換ポ

リマーフィルム燃料電池は作動可能ではあるが、ポリマーフィルム自体が化学的に不安定であるために、寿命が限定されていた。しかしながら、引き続くデュポン社製のNafionのようなペルフルオロ化したイオン交換活性を有するポリマー材料の開発によって、良好な操作特性と数千時間の寿命を有する上記型の燃料電池が可能となった。

## 【0005】

Nafion (ペルフルオロスルホン酸ポリマーフィルム) を用いる固体高分子電解質燃料電池は、一般的には約80℃の温度で作動する。ポリマーフィルム自体が実質的にガス不透過性であるので、(液体電解質燃料電池を用いる場合に一般的である) ガスの混合を防止するための多孔質支持マトリックスを必要としない。適当な外部支持体を用いれば、実際の操作において燃料ガスと酸化体ガスとの間に100 p s i 以上の圧差を実現することができる。これらの特徴は極めて望ましいものであり、これらの燃料電池を酸化体として空気とともに操作して、空気の圧を増加させて酸素の分圧を高くして燃料ガスの圧縮の必要をなくすことが可能になる。例えば、水素/空気燃料電池は燃料側で1気圧で操作し、電池の酸化体側では4気圧以上の空気で操作することができる。

## 【0006】

実際には、電極は一般的には加圧/加熱法によって活性プロトン交換ポリマーフィルムに物理的に結合している (例えば米国特許第4272353号明細書)

## 【0007】

当業界の現状では、米国特許第3282875号明細書に記載のようなデュポン社製ペルフルオロスルホン酸ポリマーフィルムが、当量数が約1100~1200のフィルムとして用いられる。当量数は、1当量の塩基を中和するポリマーの重量を意味する。ポリマーフィルムのイオン伝導度はポリマーフィルムの当量数に反比例すると考えられる。当業界の現状において用いられているよりも低い当量数を有するNafionイオン交換ポリマーフィルムのポリマーもあるが(欧州特許出願第0122049号明細書)、当量数が約950未満のポリマーフィルムの物理的安定性は、「Dual Cohesive Energy Densities of Perfluoro-sulphonic Acid

(Nafion) Membrane」、Polymer、第21巻、432-435頁、4月、1980年に記載のように低く、それによって電池ユニットの組立時などのハンドリングが困難となったり、又組み立て時や運転時に膜がクリープし、電圧低下やショートなどを起こし、信頼性を損なってしまう。プロトン交換固体高分子電解質の当量数を減少させて、燃料電池におけるイオン移動の抵抗損失を減少させるとともに、受容可能な物性を保持することが極めて求められている。

【0008】

固体高分子電解質膜について、これらの問題を解決する試みが種々なされている。

【0009】

例えば、特公表昭62-500759号公報には、前述のポリマー側鎖にスルホン酸基を有するNafionイオン交換ポリマーの構造を改良し、つまり、スルホン酸基を有する側鎖構造をより短鎖のものにし、より低い当量数（1000未満）において、高温（110℃より高い）での貯蔵弾性率を改善したことが記載されている。これは、Nafionイオン交換ポリマーのガラス転移点又は軟化点（約110℃）を高くし、高温での機械的特性を改良したものである。しかしながら、Nafionイオン交換ポリマーを含めたこれらのスルホン酸基含有ポリマーは本来、非晶性であるか、結晶部分があっても結晶化度が極端に低いものであり、室温及び高温での機械的物性もまた不十分なものである。

【0010】

また、さらに上記公報のスルホン酸基を有する側鎖が短鎖のスルホン酸基含有ポリマーの合成は大変困難であり、生産性、コスト面で問題がある。

【0011】

また、特開平6-231778号公報には、イオン交換容量の異なる2種以上のスルホン酸基を有するパーフルオロカーボン重合体のブレンド物を固体高分子電解質型燃料電池に用い、高イオン交換容量重合体で高い機械的強度の発現に寄与することが記載されている。

【0012】

しかし、これらの組成物は、スルホン酸基含有モノマー単位の多いパーフルオ

ロカーボン重合体とスルホン酸基含有モノマー単位の少ないパーフルオロカーボン重合体との単なるブレンド物であり、ブレンド前のそれぞれの重合体の中間的な機械的強度となること、またさらに機械的強度に寄与する低イオン交換容量（スルホン酸基の少ない）の重合体自体機械的特性がそれほど優れたものではなく、ブレンド物としたときも十分な機械的強度を与えることができない。またさらに、均一なブレンドがなされ難いため、プロトン移動性の低下も招く。

## 【0013】

特開平6-231781号公報には、異なる含水率を有する2種以上のスルホン酸基含有パーフルオロカーボン重合体の積層体からなる固体高分子電解質燃料電池について記載する。つまり、積層体の含水率の低い（スルホン酸基含有モノマー単位の少ない）パーフルオロカーボン重合体で高い機械的強度の発現に寄与することを狙っているが、その含水率の低い重合体自体の機械的強度が不十分であり、薄膜で積層するため積層体膜への機械的強度を十分改善するには至らない。また、積層体膜中に含水率の高い部分と低い部分が存在し、低い部分でプロトン移動性が低下してしまい、全体としてのプロトン移動性が悪くなる。

## 【0014】

本発明は、従来の上記のような問題点に鑑みてなされたものである。

## 【0015】

従って、本発明の目的はスルホン酸基を有する含フッ素重合体を用いてなる燃料電池において、それに必要十分な水素イオン伝導性（イオン交換基濃度）と、組立加工時、使用時に必要十分な機械的特性、耐久性を兼ね備えた固体高分子電解質用材料を提供することにある。

## 【0016】

## 【課題を解決するための手段】

本発明者らは、イオン伝導性を与え得るスルホン酸型官能基を含有する含フッ素ポリマー鎖セグメントと、機械的特性の向上に寄与できる含フッ素ポリマー鎖セグメントを含む含フッ素セグメント化ポリマーが、イオン伝導性を低下させずに、機械的特性をより効果的に改善できることを見出した。

【0017】

それによって、上記の含フッ素セグメント化ポリマーが固体高分子電解質用材料、またそれから得られる固体高分子電解質膜として好ましく用いることができ、さらには燃料電池用として適した材料となり得るものである。

【0018】

本発明の固体高分子電解質用材料は、重合体を構成する単量体組成が異なった2種以上の含フッ素ポリマー鎖セグメントを有する含フッ素多元セグメント化ポリマーを含むものであって、その中の少なくとも1つの含フッ素ポリマー鎖セグメントにイオン伝導性機能を付与するスルホン酸型官能基を有するセグメント化ポリマーを含むものである。

【0019】

【発明の実施の形態】

本発明において、「スルホン酸型官能基」とは、 $\text{SO}_3\text{M}$  (Mは水素原子、アルカリ金属塩、アルカリ土類金属塩、アンモニア、1級アミン、2級アミンまたは3級アミンにプロトンが付加したアンモニウムカチオンを示す)を示す)、 $\text{SO}_2\text{Cl}$ 、 $\text{SO}_2\text{F}$ を意味する。好ましいスルホン酸型官能基は $\text{SO}_3\text{H}$ 、 $\text{SO}_2\text{Cl}$ 、 $\text{SO}_2\text{F}$ である。

【0020】

Rfは炭素数1～40の2価の含フッ素アルキレン基または炭素数1～40のエーテル結合を有する2価の含フッ素アルキレン基を示し、好ましくはフッ素原子、水素原子、フッ素以外のハロゲン原子のみから構成される2価の含フッ素アルキレン基、エーテル結合を有する2価の含フッ素アルキレン基であり、より好ましくは水素を含まないハロゲン原子のみから構成される2価の含フッ素アルキレン基、エーテル結合を有する2価の含フッ素アルキレン基であり、特にフッ素原子のみから構成されるものが好ましい。

【0021】

炭素数1～40の2価の含フッ素アルキレン基としては、 $-(\text{CF}_2)_m-$ ;  
 $-(\text{CF}_2\text{CF}(\text{CF}_3))_{m1}-$ ;  $-(\text{CF}(\text{CF}_3)\text{CF}_2)_{m1}-$ ;  
 $-(\text{CF}_2\text{CFC1})_{m2}-$ ;  $-(\text{CF}_2\text{CH}_2)_{m2}-$ ;

$-(CF_2)_{m3}-(CF_2)_{m4}-; -(CF_2CF(CFC1_2))_{m1}-;$

[式中、mは1~40の整数、m1は1~13の整数、m2は1~20の整数、  
 $m3 \geq 1, m4 \geq 1$  かつ  $1 \leq m3 + m4 \leq 40$ ]

が例示される。

【0022】

炭素数1~40のエーテル結合を有する2価の含フッ素アルキレン基としては

$-(CF_2CF_2O)_{m2}-; -(CF_2CF(CF_3)O)_{m1}-;$

$-(CF_2CF_2CF_2O)_{m1}-; -(CF_2CF_2CH_2O)_{m1}-;$

$-CF_2O(CF_2CF(CF_3)O)_{m1}-; -CF_2O(CF_2CF_2O)_{m5}-$

$-(CF_2CF(CFC1_2)O)_{m1}-;$

[式中、m1およびm2は前記に同じ。m5は1~19の整数]

が例示される。

【0023】

つまり、本発明の固体高分子電解質に用いられる含フッ素多元セグメント化ポリマーは、イオン伝導性機能を有するスルホン酸型官能基含有する含フッ素ポリマー鎖セグメント（セグメントA）と、ポリマー全体に機械的強度、耐久性を与え得る含フッ素ポリマー鎖セグメント（セグメントB）を含む含フッ素セグメント化ポリマーであり、ポリマー全体に機械的強度を向上させるためには、含フッ素ポリマー鎖セグメントBは、結晶性を有するポリマー鎖、または非晶性であってもガラス転移点が高いポリマー鎖が好ましく、具体的には、結晶融点またはガラス転移点が100℃以上、特に好ましくは200℃以上の含フッ素ポリマー鎖セグメント（セグメントB）を有するものが好ましい。

【0024】

あるいは、イオン伝導性機能がより高いスルホン酸型官能基の含量の高い（当量数の小さい）含フッ素ポリマー鎖セグメント（セグメントC）と、機械的強度、耐久性がより高い含フッ素ポリマー鎖セグメント（セグメントD）を含む含フッ素セグメント化ポリマーである。

【0025】

この場合も、含フッ素ポリマー鎖セグメントDは結晶性を有するポリマー鎖または非晶性であってもガラス転移点が高いポリマー鎖が好ましく、具体的には、結晶融点またはガラス転移点が100℃以上、特に好ましくは200℃以上のポリマー鎖セグメントである。

【0026】

本発明の固体高分子電解質用材料に用いられる含フッ素多元セグメント化ポリマーとは、1分子中にスルホン酸型官能基を有する含フッ素ポリマー鎖セグメント(A)と、スルホン酸型官能基を有さない含フッ素ポリマー鎖セグメント(B)とをブロックやグラフトの形態で結合した含フッ素ポリマー；または、1分子中により高いスルホン酸型官能基含量を有する含フッ素ポリマー鎖セグメント(C)と、より低いスルホン酸型官能基含量を有する含フッ素ポリマー鎖セグメント(D)とをブロックやグラフトの形態で結合した含フッ素ポリマーであることが重要である。

【0027】

本発明において、上記のセグメントAとセグメントB；あるいはセグメントCとセグメントDとをブロックやグラフトなどの形態でつなぎ、含フッ素多元セグメント化ポリマーとする方法については、公知の種々の方法が採用できるが、なかでも特公昭58-4728号公報などに示されたブロック型の含フッ素多元セグメント化ポリマーの製法や、特開昭62-34324号公報に示されたグラフト型の含フッ素多元セグメント化ポリマーの製法などが好ましく採用できる。

【0028】

とりわけ、セグメント化率（ブロック化率）も高く、均質で規則的なセグメント化ポリマーが得られることから、特公昭58-4728号公報、高分子論文集（Vol. 49、No. 10、1992）記載のいわゆるヨウ素移動重合法で合成されたブロック型の含フッ素多元セグメント化ポリマーが好ましい。

【0029】

一方、スルホン酸型官能基を含有する含フッ素ポリマー（Aセグメントと同等の単独ポリマー）と上記スルホン酸型官能基を含有する含フッ素ポリマーより優



れた機械的物性を有する含フッ素ポリマー（Bセグメントと同等の単独ポリマー）との単なるブレンド混合物を用いたものは、混合するそれぞれの重合体の種類、混合性、相溶性などによって異なるが、一般に、機械的特性が十分に改善されなかったり、イオン伝導性が低下したりする。

## 【0030】

これに対し、本発明のようにスルホン酸型官能基を含有する含フッ素ポリマー鎖セグメント（A）と含フッ素ポリマー鎖セグメント（B）をブロック、グラフトなどで結合させ、；あるいはセグメント（C）とセグメント（D）をブロック、グラフトなどで結合させ、多元セグメント化ポリマーとすることによって、前述のAセグメントと同等ポリマーと、Bセグメントと同等ポリマーとの単なるブレンド混合物に比べて、機械的特性、高温時の機械的特性、耐熱性などが大幅に向上し、固体高分子電解質用材料として用い、燃料電池としたときも、耐熱性、耐久性、耐クリープ性が効果的に改善され、信頼性が向上する。またさらに、1つの分子中にイオン伝導性のセグメントA（またはセグメントC）と、機械的特性を与え得るセグメントB（またはセグメントD）とを有し、より均質組成のポリマー分子からなるため、各セグメントのブレンド物に比べイオン伝導性においても良好なものが得られる。

## 【0031】

本発明の固体高分子電解質に用いるのに好ましい含フッ素多元セグメント化ポリマーの第一の形態は、

（セグメントA）：スルホン酸型官能基を有する含フッ素ポリマー鎖セグメント

（セグメントB）：スルホン酸型官能基を有さないポリマー鎖セグメントを含むものである。

## 【0032】

本発明の固体高分子電解質に用いるのに好ましい含フッ素多元セグメント化ポリマーの第二の形態は、

（セグメントC）：スルホン酸型官能基の含量がより高い含フッ素ポリマー鎖セグメント；および

（セグメントD）：スルホン酸型官能基の含量がより低いポリマー鎖セグメント

を含むものである。

【0033】

本発明の固体高分子電解質に用いる含フッ素多元セグメント化ポリマー中のセグメントAは、固体高分子電解質として用いるのに必要なイオン伝導性を付与するためのスルホン酸型官能基を有しており、具体的には、

(a) スルホン酸型官能基を有する含フッ素単量体単位；および

(b) 該(a)成分と共重合可能なスルホン酸型官能基を有さない含フッ素エチレン性単量体の少なくとも1種の単量体単位

を含む共ポリマー鎖である。

【0034】

本発明の固体高分子電解質に用いる含フッ素多元セグメント化ポリマー中のセグメントC及びDは、固体高分子電解質として用いるのに必要なイオン伝導性を付与するためのスルホン酸型官能基を有しており、具体的には、

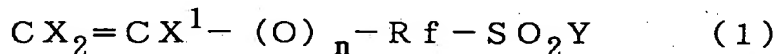
(c) スルホン酸型官能基を有する前記含フッ素エチレン性単量体単位と

(d) 該(c)成分と共重合可能であり、且つ、スルホン酸型の官能基を有さない含フッ素エチレン性単量体のうち少なくとも1種の単量体単位

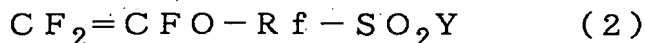
を含む共ポリマー鎖である。

【0035】

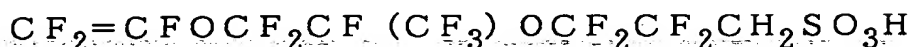
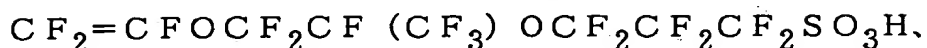
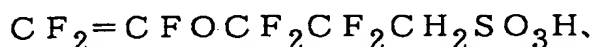
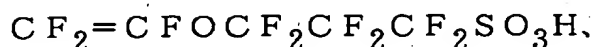
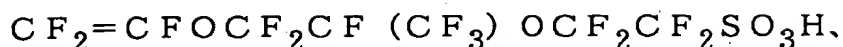
セグメントA、C及びDを構成するスルホン酸型官能基を有する含フッ素エチレン性単量体(a)または(c)は、具体的には式(1)



〔式中、X及びX<sup>1</sup>は同じかまたは異なり、いずれも水素原子またはフッ素原子を示す。Yは、F、Cl、OY<sup>1</sup>(Y<sup>1</sup>は水素原子、アルカリ金属、炭素数1～5のアルキル基)を示す。Rfは炭素数1～40の2価の含フッ素アルキレン基または炭素数1～40のエーテル結合を有する2価の含フッ素アルキレン基を示す。nは0または1を示す。〕で表される単量体が好ましく、中でも、式(2)



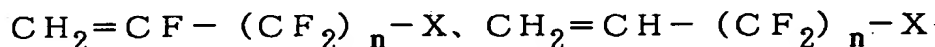
〔式中、Y及びRfは式(1)と同じ〕で表される単量体が好ましい。該単量体は、具体的には



などが好ましい具体例として挙げられる。

#### 【0036】

セグメントA、C、Dを構成する単量体単位 (b) または (d) は、(a) または (c) 以外の単量体単位でよいが、実質的には官能基を含まない含フッ素エチレン性単量体から選ばれるものであり、具体的には、テトラフルオロエチレン (TFE)、ヘキサフルオロプロピレン (HFP)、クロロトリフルオロエチレン (CTFE)、ビニリデンフルオライド (VdF)、フッ化ビニル、パーフルオロ (アルキルビニルエーテル) (PAVE) 類、ヘキサフルオロイソブテン、



(式中、XはH、ClまたはFから選ばれる。nはともに1~5の整数を示す。

) 等が挙げられる。

#### 【0037】

また、前記含フッ素エチレン性単量体に加えて、耐アルカリ性、耐熱性、耐久性を低下させない範囲でフッ素を有さないエチレン性単量体を共重合してもよい。その場合、フッ素を有さないエチレン性単量体は、耐熱性を低下させないためにも炭素数5以下のエチレン性単量体から選ばれることが好ましく、具体的には、エチレン、プロピレン、1-ブテン、2-ブテンなどが挙げられる。

#### 【0038】

これらの中でもイオン伝導性、耐酸性、耐アルカリ性、耐熱性、耐久性の面で式 (2) で示されるスルホン酸型官能基を有する単量体単位とパーハロオレフィン単位を含む共重合体鎖、特に式 (2) で示されるスルホン酸型官能基を有する単量体単位とテトラフルオロオレフィン単位からなる共重合体鎖であることが好ましい。

## 【0039】

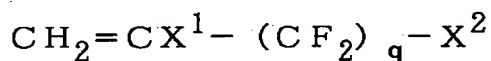
セグメントA中のスルホン酸型官能基の含量、つまりセグメントAのみのポリマー鎖に対するスルホン酸型官能基含有含フッ素単位の含有量は、固体高分子電解質として目標にするイオン伝導性や機械的物性によって種々選択されるが、通常5モル%～80モル%、好ましくは7モル%～70モル%、さらに好ましくは10～50モル%である。

## 【0040】

セグメントAおよびセグメントBを含む本発明の含フッ素多元セグメント化ポリマー中のセグメントBは、固体高分子電解質に必要な機械的物性を付与する能力を持つポリマー鎖であれば基本的に限定されず、セグメントAの種類や目標に応じて選択すればよい。前述のように、結晶性を有するか、非晶質であってもガラス転移点の高いポリマー鎖であることが好ましく、具体的には100℃以上、特に200℃以上のポリマー鎖であることが好ましい。

## 【0041】

セグメントBを構成し得る単量体のうち含フッ素単量体としては、例えばTFE、CTFE、PAVE、HFP、 $\text{CF}_2=\text{CF}-(\text{CF}_2)_p-\text{X}$ 、  
(式中、pは1～10の整数であり、XはFまたはClを示す。)、パーフルオロ-2-ブテンなどのパーハロオレフィン類；VdF、フッ化ビニル、トリフルオロエチレン、



(式中、 $\text{X}^1$ および $\text{X}^2$ は各々HまたはFを示し、qは1～10の整数を示す)、 $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CF}_3)_2$ などの部分フッ素化オレフィン類の1種または2種以上が挙げられる。また、これらと共重合可能な単量体、例えばエチレン、プロピレン、塩化ビニル、ビニルエーテル類、カルボン酸ビニルエステル類、アクリル類の1種または2種以上も共重合成分として使用できる。

## 【0042】

これらのうち、耐酸性、耐アルカリ性、耐熱性、耐久性の点から、主成分に用いる単量体としては含フッ素オレフィン単独または含フッ素オレフィン同士の組合せ、エチレンとTFEの組合わせ、エチレンとCTFEの組合わせが好ましく

、特にパーハロオレフィン同士の組合せが好ましい。

【0043】

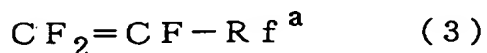
具体的には、

- (1) VdF/TFE (0~100/100~0)、特にVdF/TFE (70~99/30~1)、PTFEまたはPVdF；
- (2) エチレン/TFE/HFP (6~43/40~81/10~30)、3, 3, 3-トリフルオロプロピレン-1, 2-トリフルオロメチル-3, 3, 3-トリフルオロプロピレン-1/PAVE (40~60/60~40)；
- (3) TFE/CF<sub>2</sub>=CF-Rf (Rfは前記に同じ。CF<sub>2</sub>=CF-Rfが15モル%未満)；
- (4) VdF/TFE/CTFE (50~99/30~0/20~1)；
- (5) VdF/TFE/CTFE (50~99/30~0/20~1)；
- (6) エチレン/TFE (30~60/70~40)；
- (7) ポリクロロトリフルオロエチレン (PCTFE)；
- (8) エチレン/CTFE (30~60/70~40)；

等が挙げられる。

【0044】

なかでも、テトラフルオロエチレン85モル%~100モル%と、式(1)：



〔式中、Rf<sup>a</sup>はCF<sub>3</sub>またはORf<sup>b</sup> (Rf<sup>b</sup>は炭素数1~5のパーフルオロアルキル基を示す。)〕で表されるモノマー15~0モル%を含むポリマー鎖であるものが特に好ましく、前述のセグメントAと組み合わせてセグメント化ポリマーとすることによって、イオン伝導性と耐酸性、耐アルカリ性、耐熱性、耐久性及び機械的物性を兼ね備えた固体高分子電解質に適した材料となり得る。

【0045】

セグメントC及びセグメントDを含む含フッ素多元セグメント化ポリマーにおいて、セグメントC中のスルホン酸型官能基の含量、つまりセグメントCのみのポリマー鎖に対するスルホン酸型官能基含有含フッ素単位の含有量は、固体高分子電解質として目標にするイオン伝導性や機械的物性によって種々選択されるが

、通常10モル%~60モル%、好ましくは13モル%~50モル%、さらに好ましくは20~40モル%である。

## 【0046】

セグメントD中のスルホン酸型官能基の含量、つまりセグメントDのみのポリマー鎖に対するスルホン酸型官能基含有含フッ素単位の含有量は、固体高分子電解質として目標にするイオン伝導性や機械的物性によって種々選択されるが、通常0.1モル%~20モル%、好ましくは1モル%~13モル%、さらに好ましくは1~10モル%である。但し、セグメントD中のスルホン酸型官能基の含量は、セグメントC中のスルホン酸型官能基の含量を超えることがないようにする。

## 【0047】

セグメントA及びセグメントBを含む含フッ素セグメント化ポリマー中のスルホン酸型官能基の含量は、10~60モル%、好ましくは13~50モル%、さらに好ましくは20~40モル%である。

## 【0048】

含フッ素セグメント化ポリマー中のスルホン酸含有量が少なすぎると、イオン伝導性が不十分となり、多すぎると水による膨潤が過剰になったり機械物性が低下したりする。

## 【0049】

これらのセグメントAとセグメントB、あるいはセグメントCとセグメントDとを結合させ、セグメント化ポリマーとする方法は、グラフト重合体とするか、ブロック重合体とするかによって種々選択できる。中でもヨウ素移動重合法を利用することによって効率よく且つブロック化率よくA-B、B-A-B、A-B-A；あるいはC-D、D-C-D、C-D-Cなどのブロックタイプのセグメント化ポリマーとすることができる。

## 【0050】

B-A-B (D-C-D) のブロックタイプのセグメント化ポリマーの製造例を示す。

## 【0051】

(セグメントA、C)

例えば、実質的に無酸素下で、水媒体中でヨウ素化合物、好ましくはジヨウ素化合物の存在下に前記セグメントAを構成する単量体((a)及び(b))を加圧下で撹拌しながらラジカル開始剤の存在下乳化重合を行う方法が挙げられる。

## 【0052】

セグメントAを構成する単量体((a)及び(b))に代えて、セグメントCを構成する単量体((c)及び(d))を用いることに、同様にしてセグメントCを合成することができる。

## 【0053】

用いるジヨウ素化合物の代表例としては、例えば1, 3-ジヨードパーフルオロプロパン、1, 4-ジヨードパーフルオロブタン、1, 3-ジヨード-2-クロロパーフルオロプロパン、1, 5-ジヨード-2, 4-ジクロロパーフルオロペンタン、1, 6-ジヨードパーフルオロヘキサン、1, 8-ジヨードパーフルオロオクタン、1, 12-ジヨードパーフルオロドデカンおよび1, 16-ジヨードパーフルオロヘキサデカン、ジヨードメタン、1, 2-ジヨードエタンである。これらの化合物は単独で使用してもよく、相互に組み合わせて使用することもできる。なかでも1, 4-ジヨードパーフルオロブタンが好ましい。ジヨウ素化合物の量は、セグメントA、C全重量に対して0.01~1重量%である。

## 【0054】

本発明におけるセグメントA、Cの製造で使用するラジカル重合開始剤は、従来からフッ素系エラストマーの重合に使用されているものと同じものであってよい。これらの開始剤には有機及び無機の過酸化物並びにアゾ化合物がある。典型的な開始剤として、過硫酸塩類、過酸化カーボネート類、過酸化エステル類などがあり、好ましい開始剤として過硫酸アンモニウム(APS)が挙げられる。APSは単独で使用してもよく、またサルファイト類、亜硫酸塩類のような還元剤と組み合わせて使用することもできる。

## 【0055】

乳化重合に使用される乳化剤としては、広範囲なものが使用可能であるが、重

合中に起こる乳化剤分子への連鎖移動反応を抑制する観点から、フルオロカーボン鎖またはフルオロポリエーテル鎖を有するカルボン酸の塩類が望ましい。乳化剤の使用量は、添加された水の約0.05~15重量%が望ましく、特に0.2~10重量%が望ましい。

【0056】

このようにして得られるセグメントA、Cの重合体の末端部分（例えば両末端）はヨウ素原子を有しており、次のセグメントB、Dのポリマー鎖と重合を行う場合の開始点となる。

【0057】

（セグメントB、Dのブロック重合）

セグメントB、Dのブロック共重合は、上記のセグメントA、Cの乳化重合に引き続き、単量体をセグメントB、D用に代えて行うことによって達成され、B-A-B、D-C-Dブロック型の各セグメント化ポリマーを得ることができる。

【0058】

かくして得られるセグメント化ポリマーの分子量は、セグメントAで5000~1000000、特に20000~500000のものが好ましく、セグメントB（両末端の合計）で1000~1200000、特に3000~600000のものが好ましく、セグメントCで1000~1000000、特に10000~500000のものが好ましく、セグメントD（両末端の合計）で1000~1200000、特に3000~600000のものが好ましく利用できる。低すぎる分子量は機械的特性が不十分となり、高すぎる分子量はフィルムや膜などへの成形性が低下する。

【0059】

また、本発明のセグメントAとセグメントBを有するセグメント化ポリマー中のセグメントAとセグメントB（両末端合計）の存在比率は、固体高分子電解質として目標とするイオン伝導性、機械的物性などにより適宜選択され、また各セ



グメントの組成によっても異なるが、セグメントA：セグメントB＝5：95～98：2（重量％）の範囲から好ましく選ばれ、なかでも、セグメントA：セグメントB＝20：80～95：5（重量％）、特に30：70～90：10（重量％）であることが好ましい。

#### 【0060】

セグメントBの比率が小さすぎると機械的特性の改善効果が乏しくなり、大きすぎるとイオン伝導性が不十分となりやすい。

#### 【0061】

また、本発明のセグメントCとセグメントDを有するセグメント化ポリマー中のセグメントCとセグメントD（両末端合計）の存在比率は、固体高分子電解質として目標とするイオン伝導性、機械的物性などにより適宜選択され、また各セグメントの組成によっても異なるが、セグメントC：セグメントD＝5：95～98：2（重量％）の範囲から好ましく選ばれ、なかでも、セグメントC：セグメントD＝20：80～95：5（重量％）、特に30：70～90：10（重量％）であることが好ましい。

#### 【0062】

セグメントB、Dの比率が小さすぎると機械的特性の改善効果が乏しくなり、大きすぎるとイオン伝導性が不十分となりやすい。

#### 【0063】

以上のように、種々のスルホン酸型官能基を有する含フッ素セグメント化ポリマーを得ることができるが、燃料電池などに利用する固体高分子電解質として利用するためには、いわゆる公知の中和滴定法で測定される当量数で400～1600（セグメント化ポリマー全体に対して）のものから選択される。特に有用なのはセグメント化ポリマー全体に対し500～1200の当量数のものであり、なかでも700～1100の当量数としたものが特に好ましい。

#### 【0064】

なかでも、セグメントC及びDを有する含フッ素セグメント化ポリマーにおいて、ポリマー全体に機械的物性を付与するためには、含フッ素ポリマー鎖セグメントDの当量数は、1000以上、好ましくは1300以上、より好ましくは1

500以上である。

【0065】

大きすぎる当量数は、イオン伝導性が不十分となり、小さすぎる当量数は、セグメント化ポリマーの水和が過剰となり、膨潤も過剰となり、ガス透過性も過剰となる。またさらに機械的物性自体も低下する傾向となる。

【0066】

本明細書において、セグメントA<sup>1</sup>、セグメントB<sup>1</sup>、セグメントC<sup>1</sup>及びセグメントD<sup>1</sup>は、各々セグメントA、セグメントB、セグメントC及びセグメントDに包含される。

【0067】

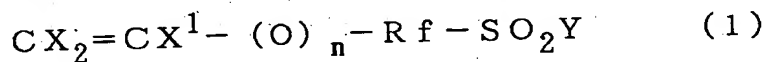
含フッ素ポリマー鎖セグメントA<sup>1</sup>と含フッ素ポリマー鎖セグメントB<sup>1</sup>を含む含フッ素多元セグメント化ポリマーは、新規物質であり、含フッ素ポリマー鎖セグメントAと含フッ素ポリマー鎖セグメントBを含む前記含フッ素多元セグメント化ポリマーに包含される。

【0068】

スルホン酸型官能基を有する含フッ素ポリマー鎖セグメントA<sup>1</sup>と、スルホン酸型官能基を含まない含フッ素ポリマー鎖セグメントB<sup>1</sup>を含む含フッ素多元セグメント化ポリマーにおいて；

セグメントA<sup>1</sup>は、

(e) 式(1)



〔式中、X、X<sup>1</sup>、Y、n及びRfは前記に同じ。〕で表される少なくとも1種の構造単位を1～50モル%と、

(f) スルホン酸型官能基を含まない少なくとも1種のエチレン性単量体の構造単位を99～50モル%

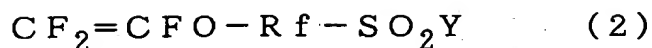
を含む分子量5000～750000の共重合体である。

【0069】

セグメントB<sup>1</sup>は少なくとも1種の含フッ素エチレン性単量体単位を含む分子量3000～1200000の含フッ素ポリマー鎖である。

【0070】

スルホン酸型官能基を有する含フッ素エチレン性単量体(e)は、好ましくは式(2)：



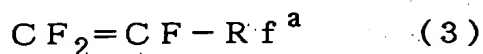
〔式中、Y及びRfは式(1)と同じ〕で表される化合物である。

【0071】

スルホン酸型官能基を含まないエチレン性単量体(f)は、好ましくは含フッ素エチレン性単量体から選ばれるものであり、特に好ましくはテトラフルオロエチレンである。

【0072】

セグメントB<sup>1</sup>は、好ましくはテトラフルオロエチレン85～100モル%と、式(3)：

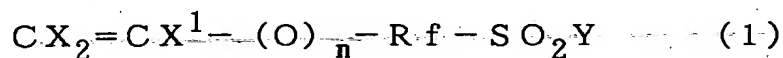


〔式中、Rf<sup>a</sup>はCF<sub>3</sub>またはORf<sup>b</sup> (Rf<sup>b</sup>は炭素数1～5のパーフルオロアルキル基を示す。)〕で表されるモノマー15～90モル%からなるポリマー鎖である。

【0073】

少なくとも2種のスルホン酸型官能基を有する含フッ素ポリマー鎖セグメントC<sup>1</sup>及びD<sup>1</sup>を含有する含フッ素多元セグメント化ポリマーにおいて、セグメントC<sup>1</sup>は、

(g) 式(1)



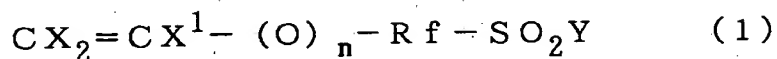
〔式中、X、X<sup>1</sup>、Y、n及びRfは前記に同じ。〕のスルホン酸型官能基を有する少なくとも1種の含フッ素エチレン性単量体の構造単位を13～50モル%と、

(h) スルホン酸型官能基を含まない少なくとも1種のエチレン性単量体の構造単位を87～50モル%含む分子量5000～750000の共重合体である。

【0074】

セグメントD<sup>1</sup>は、

(i) 式(1)

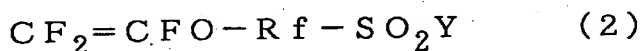


〔式中、X、X<sup>1</sup>、Y、n及びRfは前記に同じ。〕で表されるスルホン酸型官能基を有する少なくとも1種の含フッ素エチレン性単量体構造単位を0.1モル%以上、13モル%未満と、

(j) スルホン酸型官能基を含まない少なくとも1種のエチレン性単量体構造単位を87モル%を超えて99.9モル%まで含む分子量3000~120000の含フッ素ポリマー鎖である含フッ素多元セグメント化ポリマーである。

【0075】

スルホン酸型官能基を有する含フッ素エチレン性単量体(g)は、好ましくは式(2)



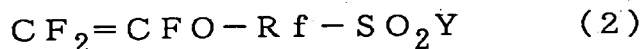
〔式中、Y及びRfは式(1)と同じ〕で表される化合物である。

【0076】

スルホン酸型官能基を含まないエチレン性単量体(h)は、好ましくは含フッ素エチレン性単量体を少なくとも1種含有し、好ましくはテトラフルオロエチレンである。

【0077】

スルホン酸型官能基を有する含フッ素エチレン性単量体(i)は、好ましくは式(2)



〔式中、Y及びRfは式(1)と同じ〕で表される化合物である。

【0078】

スルホン酸型官能基を含まないエチレン性単量体(j)は、好ましくは含フッ素エチレン性単量体を少なくとも1種を含有し、より好ましくはテトラフルオロエチレンである。

【0079】

本発明の含フッ素多元セグメント化ポリマーを用い、常法に従って、固体高分子電解質膜を製造することができる。

## 【0080】

固体高分子電解質膜において、含フッ素多元セグメント化ポリマーに含まれるスルホン酸型官能基は、好ましくはプロトン化されたスルホン酸基 ( $\text{SO}_3\text{H}$ ) であり、 $110^\circ\text{C}$ 以上の温度で弾性率が $1 \times 10^8 \text{ dyn/cm}^2$ 以上であるのが好ましく、 $150^\circ\text{C}$ 以上の温度で弾性率が $1 \times 10^8 \text{ dyn/cm}^2$ 以上であるのがより好ましく、 $110^\circ\text{C}$ 以上の温度で弾性率が $3 \times 10^8 \text{ dyn/cm}^2$ 以上であるのがさらに好ましい。

## 【0081】

本発明の固体高分子電解質膜において、含フッ素多元セグメント化ポリマー全体に対する当量数は、1600以下、好ましくは1100以下、より好ましくは1000以下、さらに好ましくは900以下、特に800以下である。

## 【0082】

固体高分子電解質膜の厚みは、乾燥重量で $30 \sim 500 \mu\text{m}$ 程度であり、好ましくは $40 \sim 400 \mu\text{m}$ 、特に好ましくは $50 \sim 300 \mu\text{m}$ である。

## 【0083】

本発明の固体高分子電解質用材料あるいは固体高分子電解質膜を用い、燃料電池を得ることができる。

## 【0084】

固体高分子電解質用材料あるいは固体高分子電解質膜以外の燃料電池の構成要素としては、特に限定されず、公知のものが広く使用可能であり、たとえばガス拡散電極には、白金触媒微粒子を担持させた導電性のカーボンブラック粉末をPTFE、FEPなどの疎水性樹脂結着剤で保持させた多孔質体のシートが挙げられる。

## 【0085】

## 【実施例】

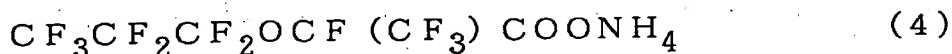
以下、本発明を実施例及び比較例を用いてより詳細に説明するが、本発明はこれら実施例に限定されない。

## 【0086】

合成例1 (セグメントAまたはCに相当するスルホン酸フルオライド基を有する

含フッ素ポリマー鎖の合成)

攪拌機、温度計、圧力計を備えた 500 ml のステンレス製のオートクレーブに  
純水 225 g、式 (4)



で示される乳化剤 25 g、式 (5)



で示されるスルホン酸フルオライド基を有する単量体 (PFSF と略す) 5.0 g と、ジヨウ素化合物  $\text{I}-(\text{CF}_2)_4-\text{I}$  の 0.1 g を仕込み、系内を窒素ガスで十分に置換したのち、攪拌しながら 60℃ に内温を保ち、テトラフルオロエチレンのガスを内圧が  $1.5 \text{ kgf/cm}^2\text{G}$  となるように仕込んだ。次いで、過硫酸アンモニウム (APS) の 0.1% 水溶液 5.0 ml を窒素圧で圧入して反応を開始した。重合反応の進行に伴って圧力が低下するので、 $1.0 \text{ kgf/cm}^2\text{G}$  まで低下した時点で、テトラフルオロエチレンガスで  $1.5 \text{ kgf/cm}^2\text{G}$  まで再加圧し、降圧、昇圧を繰り返した。テトラフルオロエチレンガスの供給を続けながら、重合開始からテトラフルオロエチレンガスが 1.5 g 消費されるごとに前記スルホン酸フルオライド基を有する単量体 (PFSF) の 2.5 g を計 9 回 (計 22.5 g) 圧入して重合を継続し、テトラフルオロエチレンが 15 g 消費された時点で供給を止めてオートクレーブを冷却し、未反応モノマーを放出し、固形分濃度 13.6% の水性分散体 293 g を得た。

【0087】

この水性分散体の 1 g を取り、凍結させ凝析を行い解凍後、凝析物を水洗、真空乾燥して白色の重合体を得た。

【0088】

この乾燥後の白色重合体は、パーフルオロベンゼン、HCFC-225 などのフッ素系溶剤に完全に溶解した。

【0089】

$^{19}\text{F}$ -NMR 分析の結果、この重合体のモノマー単位組成は、TFE/PFSF = 74.5/25.5 モル% であった。

## 【0090】

DSC分析により、結晶融点は観測されなかった。

## 【0091】

実施例1（セグメントBのブロック共重合（B-A-B型））

合成例1で用いたのと同様の500mlオートクレーブに合成例1で得たスルホン酸フルオリド基を有する含フッ素重合体の水性分散体（13.6%濃度のもの）120gと純水120gを仕込み、系内を窒素ガスで十分に置換したのち、攪拌を行いながら60℃に内温を保った。

## 【0092】

あらかじめボンベ中で混合調整したテトラフルオロエチレン／パーフルオロプロピルビニルエーテル（PPVEと略す）（97/3モル%）のモノマー混合ガスを内圧が7.5kgf/cm<sup>2</sup>Gになるように圧入した。次いで、過硫酸アンモニウム（APS）の0.1%水溶液3mlを窒素圧で圧入して反応を開始した。重合反応の進行に伴って圧力が低下するので、7.0kgf/cm<sup>2</sup>Gまで低下した時点で、上記のモノマー混合ガスで7.5kgf/cm<sup>2</sup>Gまで再加圧し、降圧、昇圧を繰り返して、テトラフルオロエチレン／PPVEモノマー混合ガスを供給した。重合開始より、モノマー混合ガスが7.0g消費した時点で供給を止め、オートクレーブを冷却し、未反応モノマーを放出し、固形分濃度9.5%の水性分散体245gを得た。ポリマー得量の増加により計算された重合体全体に対するセグメントBの比率、すなわち

$$\{ (\text{後重合で得られたポリマー得量}) - (\text{仕込んだポリマー量}) \} \div$$

$$(\text{後重合で得られたポリマー得量}) \times 100 = 30\% \text{であった。}$$

## 【0093】

得られた水性分散体を凍結凝析し、析出したポリマーを水洗、乾燥して白色重合体を得た。

## 【0094】

得られた重合体は、パーフルオロベンゼン、HCFC-225などのフッ素系溶剤に不溶性となった。

【0095】

$^{19}\text{F}$ -NMR分析により、このセグメント化ポリマー全体のモノマー単位組成は、TFE/PFSF/PPVE=85.1/13.9/1.0モル%であった。

【0096】

DSC分析によって、後重合によって付加されたセグメントBに由来する結晶融点が303℃に観測された。

【0097】

実施例2（セグメントBのブロック共重合（B-A-B型））

実施例1と同様に500mlオートクレーブに合成例1で得た水性分散体（13.6%濃度のもの）120gと水120gを仕込み、系内を窒素ガスで十分に置換したのち、攪拌を行いながら60℃に内温を保った。

【0098】

あらかじめボンベ中で混合調整したテトラフルオロエチレン/パーフルオロ（プロピルビニルエーテル）（97/3モル%）のモノマー混合ガスを内圧が6.0kgf/cm<sup>2</sup>Gとなるように圧入した。次いで、過硫酸アンモニウム（APS）の0.1%水溶液1.5mlを窒素圧で圧入して反応を開始した。重合反応の進行に伴って圧力が低下するので、5.5kgf/cm<sup>2</sup>Gまで低下した時点で、上記のモノマー混合ガスで6.0kgf/cm<sup>2</sup>Gまで再加圧し、降圧、昇圧を繰り返し、テトラフルオロエチレン/PPVEモノマー混合ガスを供給した。重合開始より、モノマー混合ガスが3.3g消費した時点で供給を止め、オートクレーブを冷却し、未反応モノマーを放出し、固形分濃度7.9%の水性分散体249gを得た。ポリマー得量の増加により計算された重合体全体に対するセグメントBの比率、すなわち

$$\{ (\text{後重合で得られたポリマー得量}) - (\text{仕込んだポリマー量}) \} \div (\text{後重合で得られたポリマー得量}) \times 100 = 17\% \text{であった。}$$

【0099】

得られた水性分散体を凍結凝析し、析出したポリマーを水洗、乾燥して白色重合体を得た。



## 【0100】

得られた重合体は、パーフルオロベンゼン、HCFC-225などのフッ素系溶剤に不溶性となった。

## 【0101】

$^{19}\text{F}$ -NMR分析により、このセグメント化ポリマー全体のモノマー単位組成は、TFE/PFSF/PPVE=81.8/17.7/0.5モル%であった。

## 【0102】

DSC分析によって、後重合によってセグメントBに由来する結晶融点が301℃に観測された。

## 【0103】

実施例3（当量数、含水率及び動的粘弾性の測定）

実施例1で得たスルホン酸フルオライド基（ $-\text{SO}_2\text{F}$ ）を有する含フッ素セグメント化ポリマーを用いて、以下に示す通り加水分解しスルホン酸基（ $-\text{SO}_3\text{H}$ 基）に変換した後、当量数、含水率及び動的粘弾性を測定した。結果を表1に示す。

## 【0104】

(1)  $-\text{SO}_2\text{F}$ 基の加水分解

実施例1で得た白色固体を25%NaOH水溶液に完全に浸し、90℃で8時間放置した。次いで固体を6N-HCl水に室温で4時間浸漬させた後、110℃で6時間乾燥させた。

## 【0105】

(2) 当量数の測定

当量数は、塩基1当量（例えば水酸化ナトリウム1当量）を完全に中和させるのに必要なポリマーの重量（g）を表している。上記加水分解、乾燥後の含フッ素セグメント化ポリマーの所定量を用い、過剰のNaOH水溶液でポリマー中の $\text{SO}_3\text{H}$ 基を完全に中和させた後の過剰分のNaOHの量を0.1N-HCl水で滴定し、中和に関与したNaOHの当量数を算出し（逆滴定）、さらに当量数を算出した。

【0106】

さらに、実施例1のポリマーを用いて以下のようにフィルムを作成し、含水率及び得られた含水フィルムの動的粘弾性を測定した。

【0107】

(3) フィルムの作成

実施例1で得た $-SO_2F$ 基を有する含フッ素セグメント化ポリマーを100mmφの金型に入れ、350℃に設定したプレス機にセットし、予熱20分間行ったのち、 $70\text{kg}/\text{cm}^2$ で1分間圧縮成形を行い、厚さ0.2mmのフィルムを得た。得られた $-SO_2F$ 基を有するフィルムを前述の(1)と同様の操作を行い加水分解、乾燥を行った。

【0108】

(4) 含水率の測定

(3)で得た乾燥フィルムを沸騰した純水中に浸し、30分間放置した。フィルム表面に付着した水滴を拭い、重量( $W_1$ )を測定した後、110℃で16時間乾燥し、重量( $W_2$ )を測定した。

【0109】

含水率を、 $\Delta W = 100 \times (W_1 - W_2) / W_2 (\%)$ より算出した。

【0110】

(5) 動的粘弾性の測定による引張弾性率の算出

(3)で得たフィルムを(4)と同様な方法で含水させた。含水操作後直ちに、約 $35 \times 5\text{mm}$ の短冊状に切断し、レオメトリック社製の粘弾性測定装置RSA-2にセットし、周波数1Hzにて各温度で引張弾性率を測定した。結果を表1及び図2に示した。

【0111】

実施例4 (当量数、含水率の測定)

実施例2で得たスルホン酸フルオライド基( $-SO_2F$ 基)を有する含フッ素セグメント化ポリマーを用いた以外は実施例3と同様にして加水分解当量数の測定、フィルム作成、及び含水率の測定を行った。結果を表1に示した。

## 【0112】

## 比較例 1

Nafion (登録商標) 117 メンブラン (デュポン社製) (乾燥状態で 7 mil : 約 170  $\mu$ m のフィルム) を用いて、実施例 3 と同様に当量数、含水率及び動的粘弾性の測定を行った。結果を表 1 及び図 2 に示す。

## 【0113】

【表 1】

|                              | 実施例 3             | 実施例 4 | 比較例 1             |
|------------------------------|-------------------|-------|-------------------|
| 被験サンプル                       | 実施例 1             | 実施例 2 | Nafion117         |
| セグメント B の融点 (°C)             | 303               | 301   | —                 |
| セグメント B の含有率 (wt.%)          | 30                | 17    | —                 |
| 当量数                          | 1090              | 990   | —                 |
| 含水率 (%)                      | 28                | 30    | 32                |
| 引張弾性率 (dyn/cm <sup>2</sup> ) |                   |       |                   |
| 25°C                         | $1.7 \times 10^9$ | —     | $2.7 \times 10^9$ |
| 50°C                         | $2.4 \times 10^9$ | —     | $2.5 \times 10^9$ |
| 110°C                        | $1.0 \times 10^9$ | —     | $1.6 \times 10^8$ |
| 150°C                        | $3.9 \times 10^8$ | —     | 溶融                |
| 200°C                        | $2.1 \times 10^8$ | —     | 溶融                |

## 実施例 5 (セグメント D のブロック共重合 ; D-C-D 型)

実施例 1 と同様に 500 ml オートクレーブに合成例 1 で得た水性分散体 (13.6% 濃度のもの) 120 g と純水 120 g を仕込み、系内を窒素ガスで充分に置換したのち、攪拌を行いながら 60°C に内温を保った。

## 【0114】

テトラフルオロエチレンガスを内圧 1.5 kgf/cm<sup>2</sup>G となるように圧入した。次いで、過硫酸アンモニウム (APS) の 0.1% 水溶液 1.5 ml を窒素圧で圧入して反応を開始した。重合反応の進行に伴って圧力が低下するので、1.0 kgf/cm<sup>2</sup>G まで低下した時点で、上記のモノマー混合ガスで 1.5 kgf/cm<sup>2</sup>G まで再加圧し、降圧、昇圧を繰り返した。テトラフルオロエチレンガスの供給を続け

ながら、重合開始よりテトラフルオロエチレンガスが1.2g消費されるごとに前記スルホン酸フルオライド基を有する単量体(PFSF)の0.5gを計9回(計4.5g)圧入して重合を継続し、テトラフルオロエチレンが12g消費された時点で供給を止めてオートクレーブを冷却し、未反応モノマーを放出し、固形分濃度13.0%の水性分散体257gを得た。

【0115】

ポリマー得量の増加により計算された重合体全体に対するセグメントDの比率、すなわち

$$\{ (\text{後重合で得られたポリマー得量}) - (\text{仕込んだポリマー量}) \} \div (\text{後重合で得られたポリマー得量}) \times 100 = 51.1\% \text{であった。}$$

【0116】

得られた水性分散体を実施例1と同様に凍結凝析、水洗、乾燥して白色固体を分離した。

【0117】

得られた白色固体は、パーフルオロベンゼン、HCFC-225などのフッ素系溶剤に不溶性となった。

【0118】

$^{19}\text{F}$ -NMR分析により、このセグメント化ポリマー全体のモノマー単位組成は、TFE/PFSF=85/15モル%であった。

【0119】

上記ポリマー組成と使用した合成例1のポリマー組成から算出されるセグメントDのモノマー単位組成は、TFE/PFSF=92/8モル%であった。

【0120】

DSC分析によって、後重合によってセグメントDに由来する結晶融点が285℃に観測された。

【0121】

上記乾燥ポリマーを加水分解したものの当量数は、1040であった。

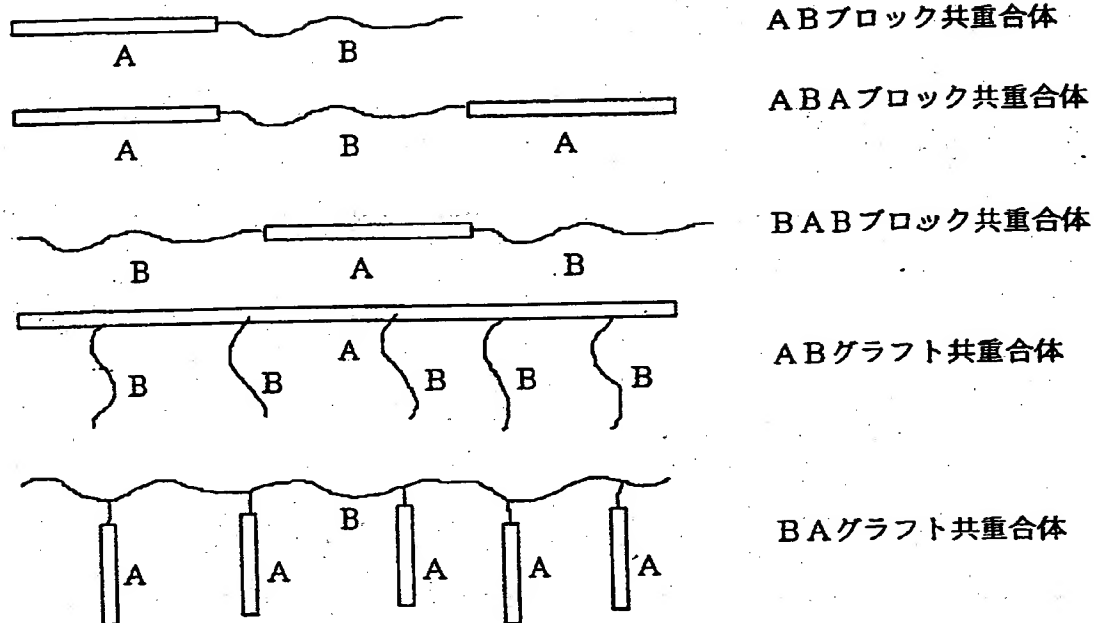
【図面の簡単な説明】

【図1】セグメント化ポリマー鎖Aとセグメント化ポリマー鎖Bを合せ持つポリマーを示す概念図である。

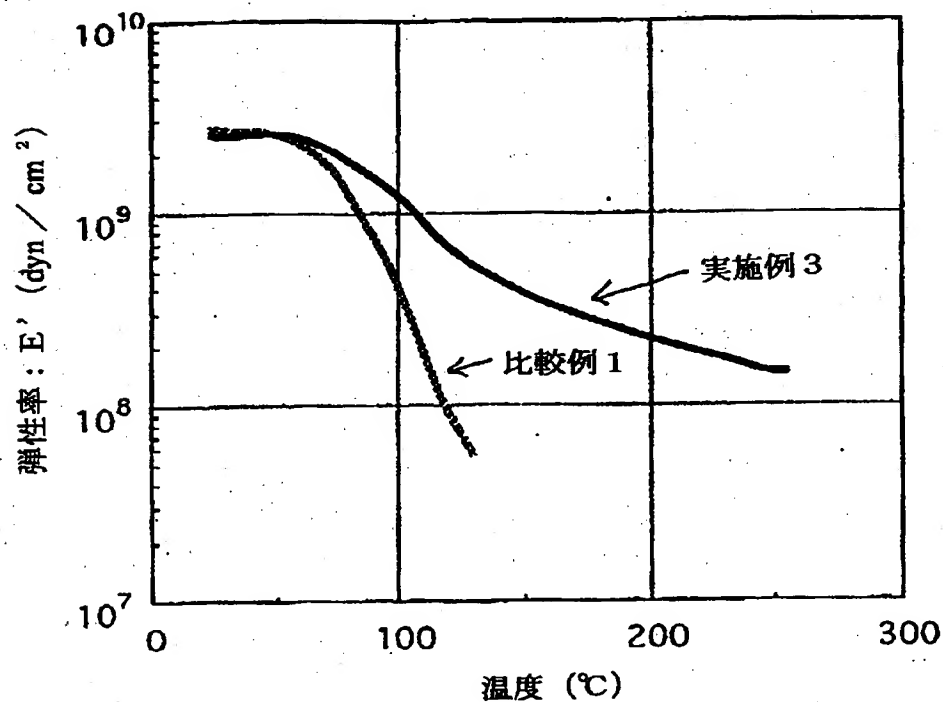
【図2】実施例3及び比較例1のポリマーの温度と弾性率の関係を示すグラフである。

【書類名】 図面

【図1】



【図2】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】固体高分子電解質に適した含フッ素ポリマー材料を提供する。

【解決手段】重合体を構成する単量体組成が異なった2種以上の含フッ素ポリマー鎖セグメントを有する含フッ素多元セグメント化ポリマーを含み、前記含フッ素ポリマー鎖セグメントの少なくとも1つがスルホン酸型官能基を有する固体高分子電解質用材料。

【選択図】図1

【書類名】 職権訂正データ  
【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】

000002853

【住所又は居所】

大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号 梅田センタービル

【氏名又は名称】

ダイキン工業株式会社

【代理人】

申請人

【識別番号】

100065215

【住所又は居所】

大阪府大阪市中央区道修町1丁目7番1号 北浜TNKビル 三枝国際特許事務所

【氏名又は名称】

三枝 英二

【選任した代理人】

【識別番号】

100076510

【住所又は居所】

大阪府大阪市中央区道修町1丁目7番1号 北浜TNKビル 三枝国際特許事務所

【氏名又は名称】

掛樋 悠路

【選任した代理人】

【識別番号】

100086427

【住所又は居所】

大阪府大阪市中央区道修町1丁目7番1号 北浜TNKビル 三枝国際特許事務所

【氏名又は名称】

小原 健志

【選任した代理人】

【識別番号】

100090066

【住所又は居所】

大阪府大阪市中央区道修町1丁目7番1号 北浜TNKビル 三枝国際特許事務所

【氏名又は名称】

中川 博司

【選任した代理人】

【識別番号】

100094101

【住所又は居所】

大阪府大阪市中央区道修町1丁目7番1号 北浜TNKビル 三枝国際特許事務所

【氏名又は名称】

館 泰光

【選任した代理人】

【識別番号】

100099988

【住所又は居所】

大阪府大阪市中央区道修町1丁目7番1号 北浜TNKビル 三枝国際特許事務所

【氏名又は名称】

斎藤 健治



【選任した代理人】

【識別番号】

100105821

【住所又は居所】

大阪府大阪市中央区道修町1丁目7番1号 北浜T  
NKビル 三枝国際特許事務所

【氏名又は名称】

藤井 淳

【選任した代理人】

【識別番号】

100099911

【住所又は居所】

大阪府大阪市中央区道修町1丁目7番1号 北浜T  
NKビル 三枝国際特許事務所

【氏名又は名称】

関 仁士

【選任した代理人】

【識別番号】

100108084

【住所又は居所】

大阪府大阪市中央区道修町1丁目7番1号 北浜T  
NKビル 三枝国際特許事務所

【氏名又は名称】

中野 睦子

【選任した代理人】

【識別番号】

100109438

【住所又は居所】

大阪府大阪市中央区道修町1丁目7番1号 北浜T  
NKビル 三枝国際特許事務所

【氏名又は名称】

大月 伸介

【選任した代理人】

【識別番号】

100109427

【住所又は居所】

大阪府大阪市中央区道修町1丁目7番1号 北浜T  
NKビル 三枝国際特許事務所

【氏名又は名称】

鈴木 活人

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002853]

1. 変更年月日 1990年 8月22日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号 梅田センタービル

氏 名 ダイキン工業株式会社